

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 4 月 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 1 0 9 0 0 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 1 0 9 0 0 6]

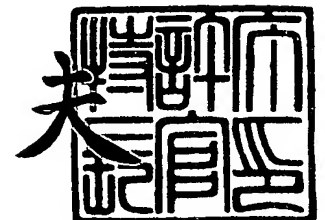
願 人
Applicant(s): 日本電気株式会社
 株式会社東芝

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 4 年 4 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 34403376
【提出日】 平成16年 4月 1日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G11B 11/10
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
 【氏名】 大久保 修一
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
 【氏名】 本間 博巳
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
 【氏名】 小川 雅嗣
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
 【氏名】 中野 正規
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
 【氏名】 岩永 敏明
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内
 【氏名】 柏原 裕
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内
 【氏名】 長井 裕士
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内
 【氏名】 小川 昭人
【特許出願人】
 【識別番号】 000004237
 【氏名又は名称】 日本電気株式会社
【特許出願人】
 【識別番号】 000003078
 【氏名又は名称】 株式会社東芝
【代理人】
 【識別番号】 100071272
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 後藤 洋介
【選任した代理人】
 【識別番号】 100077838
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 池田 憲保
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-108138
 【出願日】 平成15年 4月11日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012416

【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018587

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

光学情報媒体にレーザ光を照射して得られた再生信号を所定の特性を有する波形に近づくように等化する方法であって、再生信号を所定の周期でサンプリングし、目標となる波形と等化後波形との差分が最小となる等化係数を、サンプリングされた一定数以上の波形データを用いて最小自乗法により算出し、算出された等化係数により再生信号の等化を行うことを特徴とする光学情報媒体の再生信号等化方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記波形データのサンプリング数は三千個以上であることを特徴とする光学情報媒体の再生信号等化方法。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、所定の周期でサンプリングされた前記再生信号をビタビ復号器に入力し、ビタビ復号器により復調された 2 値化データとパーシャルレスポンス波形とから再生信号の等化後波形として目標となる波形を定めることを特徴とする光学情報媒体の再生信号等化方法。

【請求項 4】

請求項 3 において、前記パーシャルレスポンス波形としてパーシャルレスポンス値（1， 2， 2， 2， 1）を用いることを特徴とする光学情報媒体の再生信号等化方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一つに記載の再生信号等化方法を用いて、再生信号を等化する機能を有することを特徴とする光学情報の再生装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一つに記載の再生信号等化方法を用いて再生信号を等化し、等化した再生信号と 2 値識別データとから、再生信号の品質を評価することを特徴とする信号品質評価方法。

【請求項 7】

請求項 6 記載の信号品質評価方法の評価結果に基づき、記録条件の調整を行うことを特徴とする記録条件調整方法。

【請求項 8】

光学情報媒体にレーザ光を照射して得られた再生信号を所定の特性を有する波形に近づくように等化する方法であって、前記光学情報媒体に記録された情報を読み出す際に、

予め定められた初期フィルタ係数を用いて前記再生信号中の所定のサンプル数を等化して第 1 の等化信号を生成し、ビタビ復号器を用いて当該第 1 の等化信号を識別してその暫定識別結果を取得し、当該暫定識別結果と所定のパーシャルレスポンス波形とから目標信号を生成し、前記所定のサンプル数について、前記目標信号と前記再生信号との差が小となるフィルタ係数を求め、この求められたフィルタ係数を用いて前記再生信号を等化して第 2 の等化信号を生成し、前記ビタビ復号器を用いて当該第 2 の等化信号を識別する

ことを特徴とする光学情報媒体の再生信号等化方法。

【請求項 9】

光学情報媒体にレーザ光を照射して得られた再生信号を所定の特性を有する波形に近づくように等化する方法であって、前記光学記録媒体に記録された 2 値信号を読み出すために用いる等化器の等化係数を算出する際には、

予め定められた初期等化係数を用いて、前記再生信号中の所定のサンプル数を等化して第 1 の等化信号を生成し、前記ビタビ復号器を用いて当該第 1 の等化信号を識別して暫定識別結果を取得し、当該暫定識別結果と所定のパーシャルレスポンス波形とから目標信号を生成し、前記所定のサンプル数について、前記目標信号と前記再生信号との差が小となる等化係数を求める

ことを特徴とする光学情報媒体の再生信号等化方法。

【請求項 10】

請求項 8 または請求項 9 において、前記所定のサンプル数は三千個乃至一万個の中から

選ばれた数であることを特徴とする光学情報媒体の再生信号等化方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】光学情報媒体の再生信号等化方法及び光学情報記録再生装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学的情報記録媒体にレーザ光を照射して得られた再生信号を等化する方法及び再生信号を等化する機能を有する光学情報の再生装置に関するものである。特に、等化の目標波形がパーシャルレスポンス波形である再生信号に係る光学情報媒体の再生信号等化方法及び光学情報記録再生装置、並びにこの等化方法により得られた等化した再生信号を用いて再生信号の品質を評価し、この評価結果に基づいて記録条件の調整を行う評価方法及び調整方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

通常、高密度に記録された情報の再生では、記録媒体上のある位置に記録されたデータ信号がその前後に記録されるデータ信号により影響を受ける。従って、読み出し信号としては、記録で意図した波形から変化してしまうという符号間干渉が起こり、復号に際して誤りを生じやすくなるという問題がある。

【0003】

このため、DVD (Digital Versatile Disk) をはじめとする従来の光ディスク装置では、符号間干渉をできるだけ低減するような等化が用いられていた。しかし、この手法では密度が非常に高くなった場合、等化によりノイズ成分が強調されるようになってしまうため、検出性能の向上にも一定の限界があった。

【0004】

従来の等化手法よりさらに密度を高められる再生手法として、PRML (Partial Response Maximum Likelihood) と呼ばれるデータ検出方法が知られている。PRMLでは、再生信号を、符号間干渉を有する所定のパーシャルレスポンス (以後、PRと略称する場合がある) 波形に等化し、符号間干渉の影響をビタビ復号と呼ばれるアルゴリズムにより考慮してデータの識別を行っている。パーシャルレスポンスで規定されるいくつかの符号間干渉は符号間干渉を有する波形を許容する波形に等化するので、等化によるノイズの上昇が抑制される。また、符号間干渉の影響はビタビ復号により考慮されるので、高い記録密度を実現することが可能である。

【0005】

パーシャルレスポンス波形においては、ゼロ (0) でない値を取るビットレート単位の時刻の長さ (図3におけるクロック単位の時間T) を一般に拘束長と呼ぶ。図3には、波形の一例として拘束長4のパーシャルレスポンス波形が表されている。拘束長が長いということは、符号間干渉が大きい再生波形を想定していることになる。また、記録密度が高い場合には、実際に再生される信号の符号間干渉が大きいので、拘束長の長いパーシャルレスポンス波形を選択する。この結果、パーシャルレスポンス波形の線型な重ね合わせ (畳み込み演算) により実際の再生信号に近い再生信号を表現することができる。実際の再生波形とパーシャルレスポンス波形の畳み込み演算で表現される波形との差が小さい場合には、等化によるノイズ増幅を抑制することが可能となる。

【0006】

しかしながら、従来の再生信号等化方法は、目標とする波形に十分に近づけるような等化が出来なくなってしまうことがある。すなわち、所定のパーシャルレスポンス波形に等化ができない場合、復号時のビタビ検出器で高い誤り率が発生する。従って、情報を2値判別することが困難になり、かつエラーレートの劣化を招くというような問題点がある。

【0007】

その理由は、再生信号をパーシャルレスポンスに等化するには、通常5個から20個程度までのタップからなるFIR (Finite Impulse Response) フィルタが用いられている。そして、フィルタの各タップ係数の大きさを変化させることで、等化後の信号も変化することになる。ここで、ある決められた固定のタップ係数を用い

て等化を行うこともできる。しかしながら、記録密度が同じであっても、再生を行う光ヘッドのビーム径、光学情報媒体の傾き、等が変化した場合に、再生信号自体が変化してしまうからである。

【0008】

また、再生信号の変化に応じてタップ係数を変化させる手法の1つとして、適応等化と呼ばれる技術が知られている。この適応等化では、事前に定めた適当なタップ係数を初期値としている。そして、この初期値に基づいて等化後の波形と目標の波形との差が最も速やかに減少する方向にタップ係数を少しずつ変化させながら収束計算を行って、タップ係数を求める手法である。しかしながら、この手法は、情報に記録されたデータを知らなくても等化ができるという利点がある反面、ノイズ等に弱く、収束計算が収束せず発散してしまうという問題があった。特に記録密度が高く、かつ再生信号の信号品質が低い場合には、この問題は顕著となる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明が解決しようとする課題は、上述したような問題点を解決することを目的として、高密度に記録された光学情報の再生信号をパーシャルレスポンス波形に等化する際に、チルトまたはビーム径など、再生条件が変化した場合であっても、また、ノイズ等の外乱の影響があっても、再生信号をパーシャルレスポンス波形に安定して等化できる等化手法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、光学情報媒体にレーザ光を照射して得られた再生信号を所定の特性を有する波形に近づくように等化する方法であって、上記課題を解決することを目的としている。

【0011】

本発明による再生信号等化方法は、再生信号を所定の周期でサンプリングし、目標となる波形と等化後波形との差分が最小となる等化係数をサンプリングされた一定数以上の波形データを用いて最小自乗法により算出し、算出された等化係数により再生信号の等化を行っている。

【0012】

また、前記波形データのサンプリング数は3000個以上であることが望ましい。また、所定の周期でサンプリングされた前記再生信号をビタビ復号器に入力し、ビタビ復号器により復調された2値識別データとパーシャルレスポンス波形とから再生信号の等化後、波形として目標となる波形を定めることができる。特に、前記目標となるパーシャルレスポンス波形としてPR値(1, 2, 2, 2, 1)を用いることが望ましい。

【0013】

また、本発明にかかる光学情報の再生装置は、上記の等化方法を用いて、再生信号を等化する機能を有するものである。

【0014】

また、本発明は、再生信号の品質評価方法において、上記等化方法を用いて再生信号を等化し、等化した再生信号と2値識別データとから再生信号の品質を評価することができる。

【0015】

さらに、本発明は、光学情報記録媒体に記録を行う記録条件の調整方法において、上記の信号品質評価方法の評価結果に基づき、記録条件の調整を行うことができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明の再生信号等化方法は、再生信号を所定の周期でサンプリングし、目標となる波形と等化後波形との差分が最小となる等化係数をサンプリングされた一定数以上の波形データを用いて最小自乗法により算出し、算出された等化係数により再生信号の等化を行っ

ている。このため、光ディスクに記録されている情報が予め分からない場合であっても、発散等の不安定要因を含まず、再生信号を所定のパーシャルレスポンス波形に精度良く等化することができる。更に、高記録密度再生時であっても低いエラーレートで情報を再生することが可能となるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

上述した再生信号をパーシャルレスポンス波形に安定して等化できる等化手法を提供することという目的を、再生信号を所定の周期でサンプリングし、目標となる波形と等化後波形との差分が最小となる等化係数をサンプリングされた一定数以上の波形データを用いて最小自乗法により算出し、算出された等化係数により再生信号の等化を行うことにより実現した。

【0018】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0019】

図1は本発明にかかる光学情報再生装置、特に等化器における機能構成の実施の一形態を示す説明図である。また、図2は本発明にかかる光学情報再生装置の構成の一形態を示す説明図である。

【0020】

図2に示された光学情報の再生装置では、光学情報媒体、すなわち、光ディスク（図示されていない）に記録された信号は、光ヘッド装置（図示されていない）を通してアナログ信号として読み出される。このアナログ信号は、増幅器11で十分に大きな振幅を有するアナログ再生信号に増幅され、AD（アナログデジタル）変換器12でデジタル変換される。デジタル変換された再生信号は、PLL（位相同期ループ）回路により、ビットレート毎、すなわち、クロック時刻単位のデジタル再生信号 y_k となって出力し、等化器13に入力される。再生信号 y_k は等化器13によって所定のPR波形へと等化され、ビタビ復号器14へ入力される。ビタビ復号器14はビタビアルゴリズムによりデータの2値化を行う。

【0021】

ビットレート（クロック時間単位）のパーシャルレスポンス波形を「 h_i 」（添え字の i は時刻に対応）とし、光ディスクに記録された2値データを「 a_k 」とすると、等化すべき目標波形は「 $\sum a_{k-i} * h_i$ 」で表されることとなる。この式において、添え字の「 i 」についての和はパーシャルレスポンスの拘束長に依存するが、例えば、拘束長5のパーシャルレスポンス波形であれば、「 i 」の和は「1から5まで」をとればよい。

【0022】

本発明では、等化器のタップ係数を「 w_i 」として、次式 $\epsilon = \sum (\sum y_{k-i} * w_i - \sum a_{k-i} * h_i)^2$ が最小となる「 w_i 」を最小自乗法で求める。すなわち、「 ϵ 」について「 w_i 」に対する変分 δ_ϵ をとり、「 $\delta_\epsilon = 0$ 」となる方程式を解くことで「 w_i 」を求めることになる。本発明では、収束計算を行う必要がないので、発散等の問題が生じることはない。

【0023】

上記「 $\delta_\epsilon = 0$ 」となる方程式は次の線型方程式に帰着されることになる。求めるべきタップ係数により表現される行列 W と、実際に再生された信号の相関を要素として表現される行列 C と、再生信号と等化目標信号との相関を要素として表現される行列 D とにより、「 $W = C^{-1} D$ 」で表現される行列計算を行うことで等化係数 W_i （ W の各要素が W_i に対応する）を求めることができる。ここで、「 C 」及び「 D 」の各要素は次の式（1）および式（2）のように定義される。

【数 1】

$$C = \begin{bmatrix} c(0) & c(1) & \cdots & c(N-1) \\ c(-1) & c(0) & \cdots & c(N-2) \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ c(-N+1) & c(-N+2) & \cdots & c(0) \end{bmatrix} \quad (1)$$

ただし、

$$c(m) = \sum_{k=N-m}^{M-m} y(k) y(k+m), \quad 0 \leq m, \quad c(-m), \quad 0 < m$$

【数 2】

$$D = [d(0) \quad d(1) \quad \cdots \quad d(N-1)] \quad (2)$$

ただし、

$$d(i) = \sum_{k=N-i}^{M-i} y(k-i) z(k), \quad 0 \leq i \leq N-1, \quad z(k) = \sum_j a_{k-j} h_j$$

【0024】

ここで、「N」はパーシャルレスポンスを行うためのFIRフィルタのタップ数、「M」はタップ係数を決定するために用いる再生信号サンプルの数である。

【0025】

本発明では、適応等化の場合と違って、光ディスクに記録された情報を予め知る必要がある。しかしながら、ROM（読取専用メモリ）等のように事前に記録が行われた光ディスクに対して予め記録されたデータを知ることは困難である。本発明者らは、等化器を通さない波形をそのままビタビ復号器により2値化されたデータを用いても、所定のサンプル数があれば精度良く等化を行うことが可能であることを見いだした。

【0026】

これら実施例について説明する前に、図1を参照して、AD変換器1から送出されるデジタル再生信号 y_k を受けて等化処理した後、ビタビ復号器3に信号出力する等化器2についてその構成を説明する。

【0027】

等化器2は目標波形生成器4、等化係数算出器5、及びFIR（Finite Impulse Response）フィルタ6により構成されている。目標波形生成器4は、ビタビ復号器3から出力される暫定識別データ b_k の帰還を受け、等化対象のパーシャルレスポンス波形 h_i から目標波形を生成して等化係数算出器5へ送出する。等化係数算出器5は目標波形を受けると共にAD変換器1から再生信号 y_k を受けて等化係数を算出してFIRフィルタ6へ送出する。また、FIRフィルタ6は上述するように複数種のタップを変化させて等化を調整している。

【0028】

次に、上記実施の形態における、実施例1から実施例5までについて図面を参照して具体的に詳細に説明する。

【実施例1】

【0029】

本発明の実施例1について図1を参照して説明する。

【0030】

実施例1は相変化光ディスクを用いて、記録再生評価を行った例である。

【0031】

相変化光ディスクは、0.6mm厚のポリカーボネート基板上に作成されたものである。基板に形成された案内溝のピッチは0.68 μ mであった。波長405nm、対物レンズの開口数0.65の光ヘッドを用いて、線速5.6m/s、及びクロック周波数64.6MHzの条件で、(1-7)変調方式により変調されたデータ a_k を記録して再生が行われた。記録密度は0.13 μ m/bitに相当する。本実施例1では、図1に示すように、クロック時刻毎の再生信号 y_k を等化せずにそのままビタビ復号器3に入力して得られた暫定の2値データ b_k を用いて、最小自乗法により等化が行われた。本実施例1では、目標のパーシャルレスポンス波形がPR値(1, 2, 2, 2, 1)とされた。

【0032】

最小自乗法に用いる再生信号 y_k のサンプル数を変化させながら、パーシャルレスポンス等化を行い、最終的にビタビ復号器3により復調された2値データの「 c_k 」と「 a_k 」とを対比させることでビット誤り率(エラーレート)が算出された。等化には9タップのFIRフィルタ6が用いられた。エラーレートの算出には 10^6 個のサンプルが用いられたが、例えば、 10^6 個のうちの初めの再生信号サンプル100個を用いて最小自乗法により等化係数を算出した場合、その等化係数で 10^6 個の再生信号サンプル全部が等化され、その信号はビタビ復号器3により入力され、2値データの一つ「 c_k 」を求めた。

【0033】

図4には、サンプル数と最終的に得られたビット誤り率との関係が示されている。図示されるように、サンプル数が3000個以上あれば、低いエラーレートで情報を再生することが可能であることが分かる。また、サンプル数3000個以上ではエラーレートがほぼ一定となっているので、サンプル数として3000個あれば十分である。

【0034】

さらに、等化係数算出のためのサンプル数を3000個より増やすとエラーレートの若干の改善が見られるが、10000個以上に増やしてもエラーレートは一定である。従って、サンプル数は多く取ったとしても10000個あれば十分である。

【実施例2】

【0035】

本発明の実施例2について図2を参照して説明する。

【0036】

実施例2はROMディスクを用いて、記録再生評価を行った例である。

【0037】

ROMディスクは、0.6mm厚のポリカーボネート基板上に作成されたものである。基板には予め分かっているデータ列 a_k を、ピットの半径方向のピッチ0.4 μ m、レーザ走査方向のピッチは0.2 μ mで形成した。(1-7)変調方式を用いてピットを形成したので、線密度は0.15 μ m/bitに相当する。波長405nm、対物レンズの開口数0.65の光ヘッドを用いて、線速6.6m/sで再生評価が行われた。本実施例でも、実施例1と同様に図3に示すように、クロック時刻毎の再生信号 y_k をビタビ復号器3に入力して得られた暫定の2値データ b_k を用いて最小自乗法により等化が行われた。等化には9タップのFIRフィルタ6が用いられ、目標のパーシャルレスポンス波形はPR値(1, 2, 2, 2, 1)とした。

【0038】

最小自乗法に用いる再生信号 y_k のサンプル数を変化させながら、パーシャルレスポンス等化を行い、最終的にビタビ復号器 3 により復調された 2 値データの「 c_k 」と「 a_k 」とを対比させることでビット誤り率（エラーレート）が算出された。エラーレートの算出には 10^6 個のサンプルが用いられた。しかし、例えば、 10^6 個のうちの初めの再生信号サンプル 100 個を用いて最小自乗法により等化係数を算出した場合、その等化係数で 10^6 個の再生信号サンプル全部を等化し、その信号をビタビ復号器 3 により入力して 2 値データの一つ「 c_k 」を求めた。

【0039】

図 5 は、サンプル数と最終的に得られたビット誤り率の関係を示している。本実施例 2 における記録密度は実施例 1 とは異なっているが、実施例 1 と同様に、サンプル数が 3000 個以上あれば、低いエラーレートで情報を再生することが可能であることが分かる。また、サンプル数 3000 個以上ではエラーレートがほぼ一定となっているので、サンプル数として 3000 個あれば十分である。

【実施例 3】

【0040】

上述した実施例 1 または実施例 2 では、サンプリングされた再生信号を等化せずにビタビ復号器 3 に入力して暫定の 2 値データ b_k を算出していたが、適当に設定された等化係数により等化した信号をビタビ復号器 3 に入力して暫定の 2 値データを算出してもよい。

【0041】

すなわち、FIR フィルタの初期等化係数として、固定の係数を用いて再生信号をフィルタリング（等化）し、この等化された信号から、ビタビ復号器 3 を用いて暫定識別信号 b_k を生成する。次いで、この暫定識別データと再生信号 y_k とから、第 1、第 2 の実施例と同様にして、目標波形生成器 4 および等化係数算出器 5 が FIR フィルタの等化係数を算出する。初期の等化係数は、例えば、実際のドライブ製品と同様な光ヘッドと光ディスクとを用いて実験で求め、記録媒体の所定領域に格納しておくことができる。なお、この初期等化係数 $W(iT)$ ($i = -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4$) としては、次のものを用いることができる。

【0042】

初期等化係数の例 1 としては、

$W(-4T) = W(4T) = 0.0259$ 、
 $W(-3T) = W(3T) = -0.1023$ 、
 $W(-2T) = W(2T) = 0.1276$ 、
 $W(-T) = W(T) = 0.1001$ 、または
 $W(0T) = 0.6974$ 、がある。

【0043】

初期等化係数の例 2 としては、

$W(-4T) = W(4T) = 0.1634$ 、
 $W(-3T) = W(3T) = -0.0903$ 、
 $W(-2T) = W(2T) = -0.2099$ 、
 $W(-T) = W(T) = 0.0968$ 、または
 $W(0T) = 1.0800$ 、がある。

【0044】

この実施例 3 では、図 1 において再生信号 y_k とビタビ復号器 3 との間に事前に等化係数を固定した等化器 2 を置いてもよい。しかし、他の方法として、図 1 の FIR フィルタ 6 に設定される固定の等化係数をメモリ等から供給することもできる。

【0045】

また、ある時点で等化係数を算出した後に、再生条件に変化が生じた時点で等化係数を再度算出し直してもよい。この場合には、上記実施例 1 または実施例 2 で求められた等化係数、または上述された実施例 3 による初期等化係数を用いて求められた等化係数がメモリ等に保持しておかれる。等化係数を再度算出しないおす場合に、保持していた以前の等化

係数により等化した再生信号をビタビ復号器に入力し、暫定の 2 値判別データを算出して目標の等化波形を求めるとしてもよい。

【0046】

上記実施例 1 で用いた相変化光ディスクと光ヘッドとを用いて、予め記録した情報を、デフォーカスを変化させながら再生し、各デフォーカス条件で等化係数を算出して等化を行い、その後、エラーレートが測定された。本実施例 3 では実施例 1 で算出したタップ係数を用いて等化した（これは各デフォーカス条件で同一）再生信号をビタビ復号器に入力して暫定の 2 値判別データを基に目標波形を算出し、最終的な等化係数が求められた。本実施例においても等化のための FIR フィルタにおけるタップ数は「9」とした。

【0047】

図 6 には、等化に用いたサンプル数とエラーレートとの関係が各デフォーカス条件毎に示されている。デフォーカス量 $0\ \mu\text{m}$ の条件は実質的に実施例 1 と同一の条件であるので、少数のサンプルで最小自乗法により求めた係数により低いエラーレートでの再生が可能である。100 程度の非常に少ないサンプル数でエラーレートが劣化しているのは、再生条件は同一であっても、ランダムなノイズの影響は完全に同一ではないため、その影響が出ているためと考えられる。

【0048】

デフォーカスが $\pm 0.2\ \mu\text{m}$ の条件では、実施例 1 及び実施例 2 の場合と同様に、3000 個程度のサンプル数があれば低いエラーレートでの再生が可能であることが分かる。なお、 $\pm 0.2\ \mu\text{m}$ の条件で $0\ \mu\text{m}$ の時に比べてエラーレートが劣化しているのは、等化係数の算出精度によるものではなく、デフォーカスにより再生性能自体が劣化しているためである。

【0049】

上記実施例では FIR フィルタ 6 のタップ数は「9」としたが、拘束長 5 の PR 値（1, 2, 2, 2, 1）に等化を行う場合にはタップ数が「7 以上」であれば等化誤差はほぼ一定となることを確認したので、タップ数は「7 以上」であればいくつでもよい。ただし、必要以上に大きなタップ数は最小自乗法の演算規模を増大さ、回路の規模増大または動作速度低下といった問題を生じるので、タップ数は 7 個から 15 個程度であることが望ましい。

【実施例 4】

【0050】

図 7 は、本発明の実施例 4 にかかる光学情報記録再生装置の構成を示す図である。図示される等化器 22 は実施例 1 乃至 3 で説明した等化器と同一である。まず、実施例 1 乃至 3 の手順に従って、等化器 22 のタップ係数が求められる。続いて、上記タップ係数を用いて再生信号が等化され、等化された再生信号からビタビ復号器 23 で 2 値識別データが得られる。最後に、等化された再生信号と 2 値識別データとから、信号評価器 24 で再生信号の品質評価が実施される。

【実施例 5】

【0051】

図 8 は、本発明の実施例 5 にかかる光学情報記録再生装置の構成を示す図である。同図において、等化器 22 は実施例 1 乃至 3 の等化器と同一である。記録波形生成器 33 の内部メモリには、記録波形を生成するための、初期設定値が保存されている。ここで記録波形には、一般に記録ストラテジと呼ばれている、記録時に光ディスクに照射されるレーザー光の時間的な変化（パワー及びパルス幅がパラメータとなる）が表されている。初期設定値は、光ディスク 31 に予め記録しておき、該当箇所から読み出した後、上記内部メモリに保存してもよい。

【0052】

まず、記録波形生成器 33 で、記録波形の初期設定値に基づき、2 値記録データから初期記録波形を生成する。初期記録波形を用いて光ヘッド 32 を介し、光ディスク 31 に情報が記録される。この記録された情報は、光ヘッド 32 を介して再生信号として読み出さ

れ、AD変換器21でデジタルデータに変換される。再生信号から、上記実施例1乃至3の手順に従って、等化器22のタップ係数が求められる。再度、上記情報からの再生信号が読み出され、上記タップ係数を用いて再生信号を等化し、等化された再生信号からビタビ復号器23で2値識別データが得られる。上記等化された再生信号と2値識別データとから、信号評価器24で再生信号の品質評価値を算出する。この算出された品質評価値に基づき、記録波形生成器33の内部メモリに保存されている記録波形の設定値が補正される。

【0053】

記録波形の設定値の補正は、繰返し実行することもできる。つまり、補正された記録波形の設定値に基づき、2値記録データから記録波形を生成する。以下、上述と同様の手順に従って、再生信号の品質評価値を算出する。算出された品質評価値に基づき、記録波形生成器33の内部メモリに保存されている記録波形の設定値が補正される。

【0054】

記録波形の設定値の補正を繰返し実行する場合、2回目以降、1回目で算出したタップ係数を用いてもよい。こうすることにより、2回目以降では、タップ係数を算出する時間が省略されるため、記録波形の設定値の補正が高速に実行できる。

【産業上の利用可能性】

【0055】

光学情報媒体にレーザ光を照射して得られた再生信号を所定の周期でサンプリングし、目標となる波形と等化後波形との差分が最小となる等化係数を、サンプリングされた一定数以上の波形データを用いて最小自乗法により算出し、算出された等化係数により再生信号のパーシャルレスポンス波形への等化を行うことによって、非常に高い記録密度を有する記録媒体から高品質で再生信号を取得する記録再生の用途に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明における光学情報再生装置、特に等化器における機能構成の実施の一形態を示す図である。

【図2】本発明における光学情報再生装置の機能構成の一形態を示す図である。

【図3】パーシャルレスポンス波形を説明する図である。

【図4】相変化光ディスクに対して、再生信号サンプル数と最終的なエラーレートとの関係を示す図である。

【図5】再生専用光ディスクに対して、再生信号サンプル数と最終的なエラーレートとの関係を示す図である。

【図6】デフォーカスを変化させた場合について、再生信号サンプル数と最終的なエラーレートとの関係を示す図である。

【図7】本発明の実施例4にかかる光学情報再生装置の機能構成の一形態を示す図である。

【図8】本発明の第5の実施例にかかる光学情報記録再生装置の機能構成の一形態を示す図である。

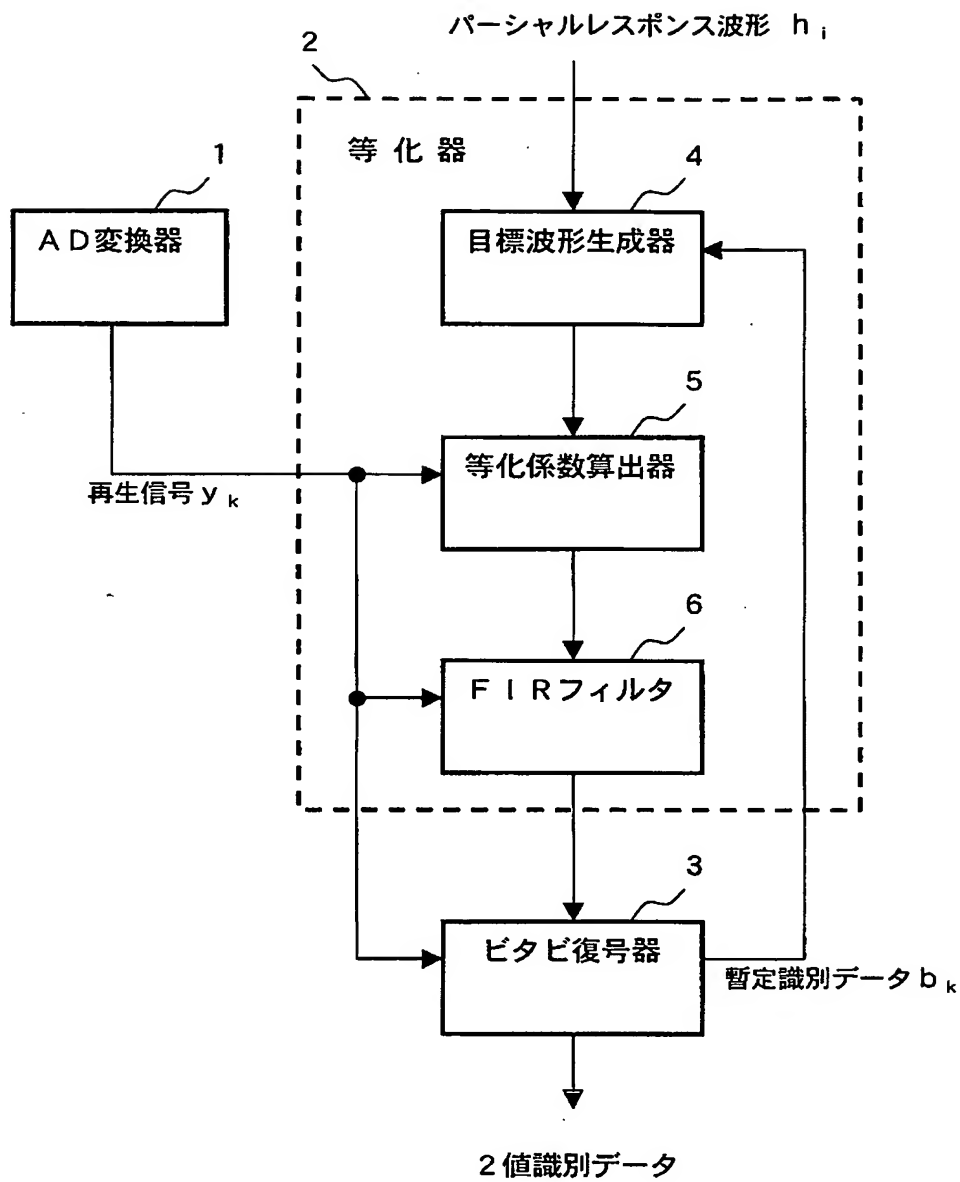
【符号の説明】

【0057】

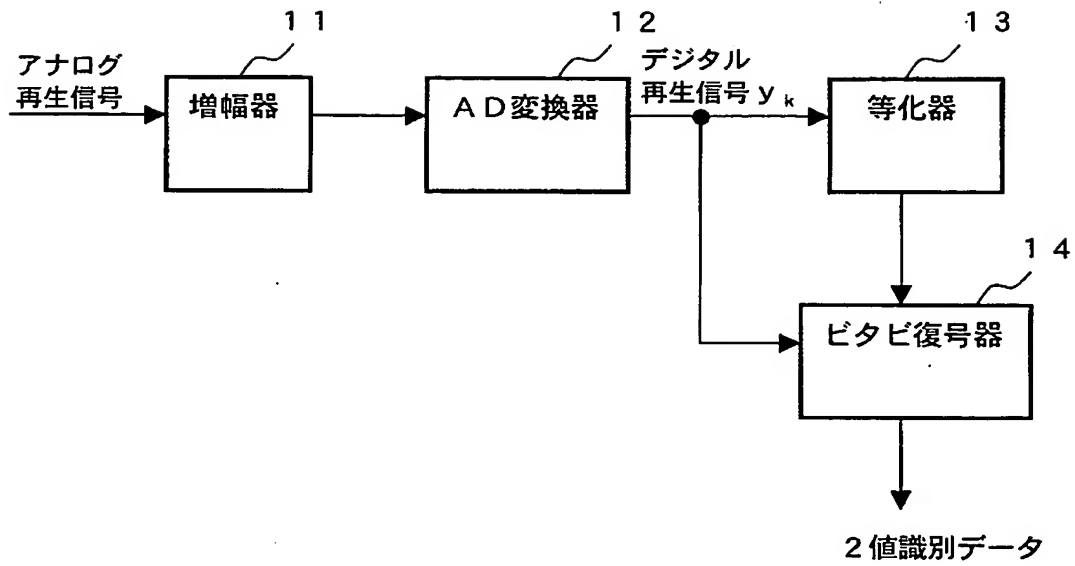
- | | |
|---------|---------|
| 1、12、21 | AD変換器 |
| 2、13、22 | 等化器 |
| 3、14、23 | ビタビ復号器 |
| 4 | 目標波形生成器 |
| 5 | 等化係数算出器 |
| 6 | FIRフィルタ |
| 11 | 増幅器 |
| 24 | 信号評価器 |
| 31 | 光ディスク |

- 3 2 光ヘッド
- 3 3 記録波形生成器

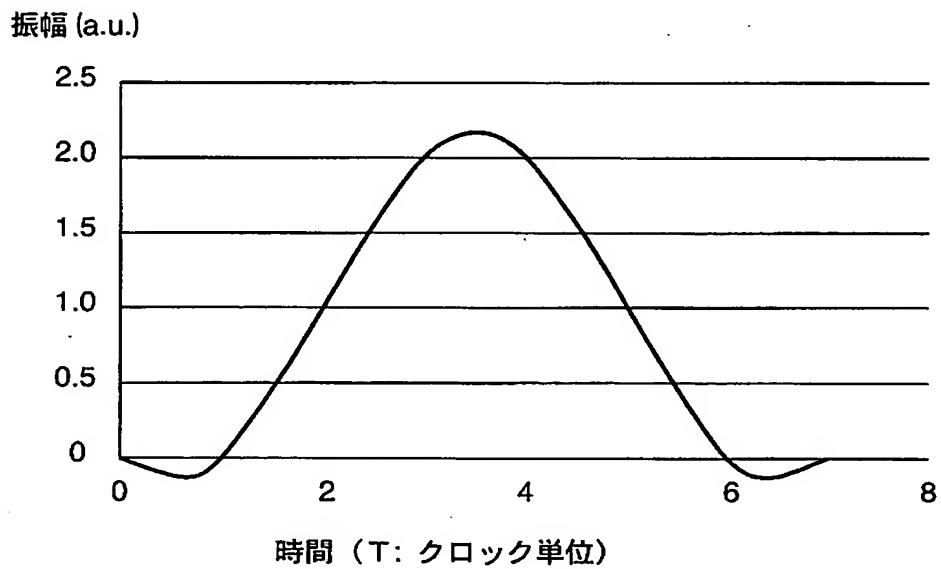
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】

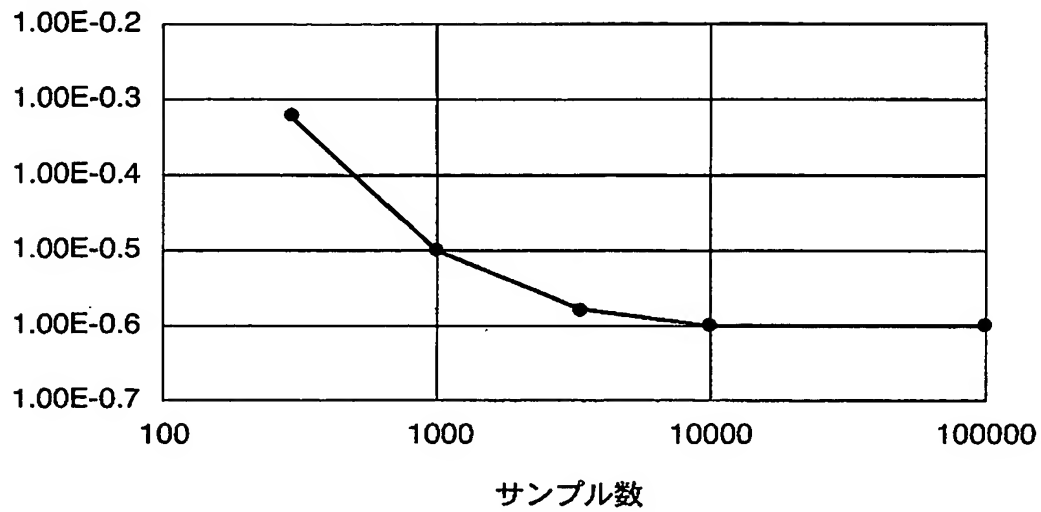


【図 3】



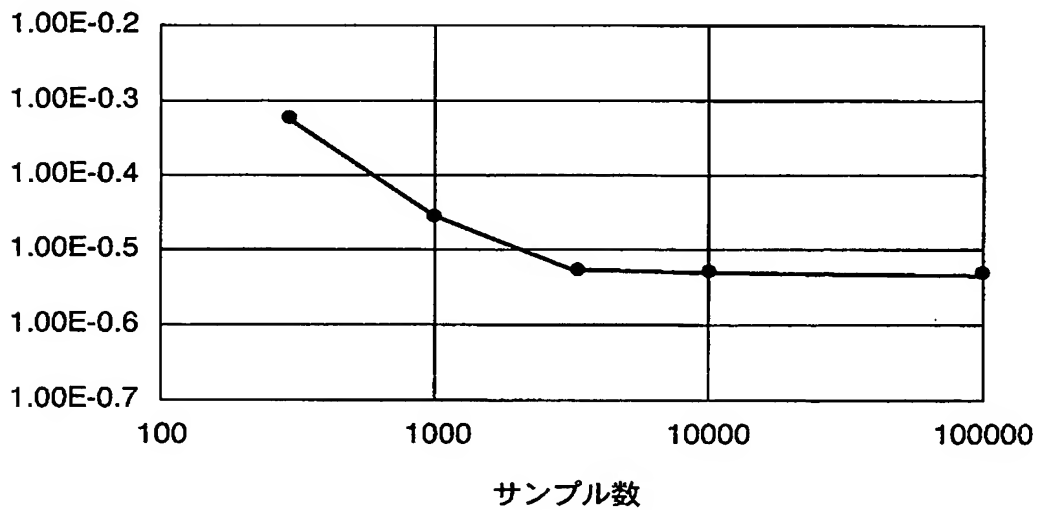
【図 4】

エラーレート



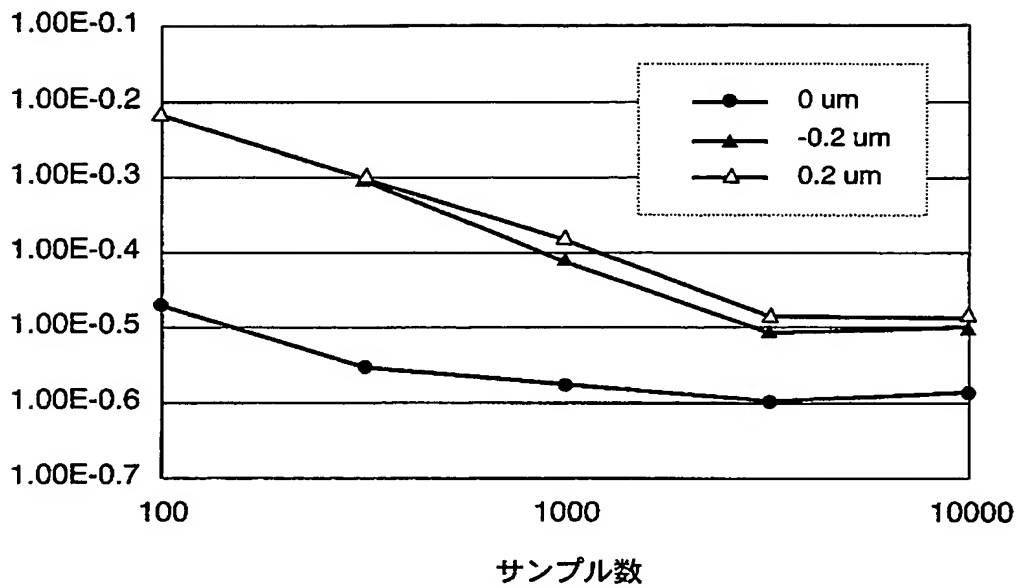
【図 5】

エラーレート

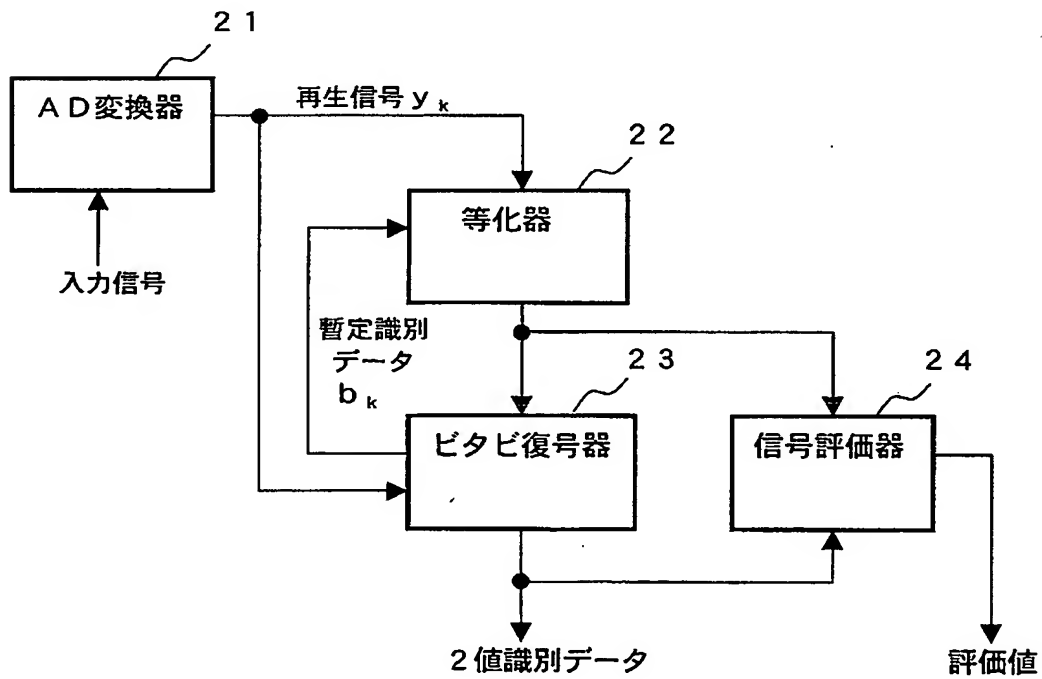


【図 6】

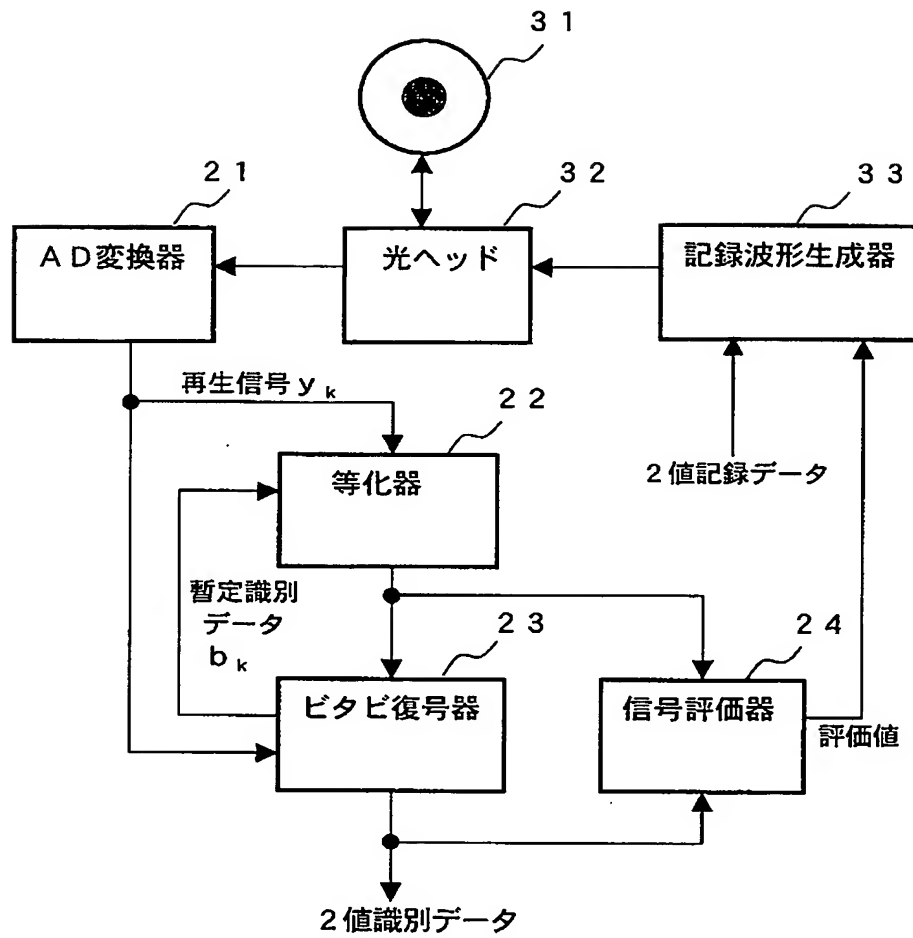
エラーレート



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高密度再生に有効な P R M L 検出において、チルトまたはビーム径などの再生条件が変化した場合であっても、安定的に、再生信号を目標のパーシャルレスポンス波形に等化することができる。

【解決手段】 ビタビ復号器 3 により 2 値化された所定サンプル数のデータを用いて最小自乗法により等化を行う。光ディスクに記録されているデータを予め知らなくても、外乱により発散するなどの不安定要因を含まずに、安定に等化を行い、低いエラーレートで再生を行うことができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 1 0 9 0 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
氏 名	日本電気株式会社

特願 2 0 0 4 - 1 0 9 0 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 0 7 8]

1. 変更年月日	2 0 0 1 年 7 月 2 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号
氏 名	株式会社東芝